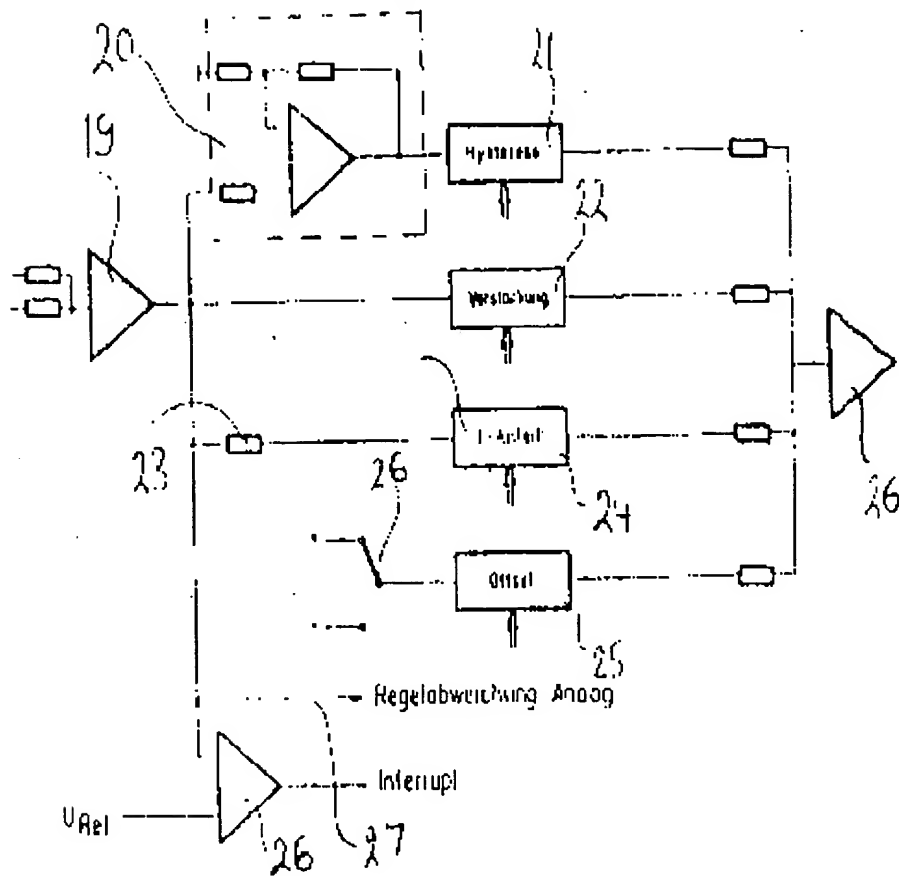


AN: PAT 1988-120557
TI: Rapidly adaptable, analogue electrical regulator has processing circuit to control change in control actions throughout motion cycle
PN: **DE3636512-A**
PD: 28.04.1988
AB: The control of the motor cycle of a linear actuator piston is provided by feeding the position command to a processing circuit based upon operational amplifiers that generate a profile with defined velocity and acceleration rates. The output of the circuit is received by a regulator with a summing amplifier (19) that closes the loop with the measured valve. The amplifier output is received by a threshold setting stage (20) coupled to a hysteresis or dead time stage (21) a proportional amplifier (22) integrator (24) and offset stage coupled in an amplifier (26).; Allows regulator actions to change throughout cycle.
PA: (WEIS/) WEISS D;
IN: WEISS D;
FA: **DE3636512-A** 28.04.1988;
CO: DE;
IC: G05B-013/02;
MC: T06-A05;
DC: T06;
FN: 1988120557.gif
PR: **DE3636512** 27.10.1986;
FP: 28.04.1988
UP: 28.04.1988

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

02P 0 4668

B11

⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3636512 A1**

⑤ Int. Cl. 4:
G 05 B 13/02

⑳ Aktenzeichen: P 36 36 512.2
㉑ Anmeldetag: 27. 10. 86
㉒ Offenlegungstag: 28. 4. 88

Behördeneigentum

DE 3636512 A1

⑦① Anmelder:
Weiß, Dieter, Dr., 6905 Schriesheim, DE

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

⑤④ Elektrischer Regler

Der elektrische Regler weist wenigstens ein Steuerglied auf, das die Regeleigenschaften wenigstens eines Regelglieds ändert, wobei das Steuerglied von einem Rechner gesteuert wird. Damit ist es möglich, die Regeleigenschaften vor und während den Betrieb zu ändern, ohne daß dabei jeweils ein mühsamer Neuabgleich erforderlich wäre. Die Änderung der Steuerglieder wird vorzugsweise in Abhängigkeit von der Regelabweichung vorgenommen, die als Analogsignal, aber auch als Interrupt-Signal dem Rechner zugeleitet wird. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Regeleigenschaften des Regelglieds über den Rechner in Abhängigkeit von Ausgangssignalen einer Einrichtung, wie etwa einem Fahrkurvenrechner, zu steuern, die bzw. der die Vorgabewerte für einen Regelvorgang optimiert. Dadurch können die Eigenschaften des Reglers optimal den vorliegenden Regelverhältnissen und Führungsgrößen auf einfache Weise auch während des Betriebs angepaßt werden.

DE 3636512 A1

Patentansprüche

1. Elektrischer Regler, dadurch gekennzeichnet, daß im Regler wenigstens ein Steuerglied vorgesehen ist, das die Regeleigenschaften wenigstens eines Regelglieds (21, 22, 24, 25) ändert, und ein mit dem Steuerglied verbundener Rechner die Parameter des Steuerglieds ändert.
2. Elektrischer Regler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Parameter wenigstens eines Steuerglieds durch vorgegebene Werte kontinuierlich oder schrittweise geändert werden.
3. Elektrischer Regler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelabweichung dem Rechner zugeführt wird, und der Rechner die Parameter wenigstens eines Steuerglieds in Abhängigkeit der Regelabweichung ändert.
4. Elektrischer Regler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerglied ein Speicherverhalten aufweist, und der Rechner die Parameter wenigstens eines Steuerglieds ändert, wenn eine vorgegebene Regelabweichung erreicht bzw. überschritten ist.
5. Elektrischer Regler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelabweichung dem Rechner kontinuierlich in Form eines Analogsignals (27) zugeleitet wird.
6. Elektrischer Regler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner vom Regler nur dann angesteuert wird, wenn die Regelabweichung einen vorgegebenen Wert erreicht.
7. Elektrischer Regler nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelglied ein Proportional-Glied (22), ein Integral-Glied (24), ein Differential-Glied, ein Totzeitglied (21) und/oder eine Kombination dieser Glieder ist.
8. Elektrischer Regler nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerglied ein veränderbarer Widerstand und/oder ein veränderbarer Kondensator ist, der Teil eines Regelglieds (21, 22, 24, 25) ist.
9. Elektrischer Regler nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler das Steuerglied des Regelglieds (21, 22, 24, 25) in Abhängigkeit von Ausgangssignalen einer Einrichtung (Fahrkurvengeber) steuert, die die Vorgabewerte für einen Regelvorgang optimiert.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen elektrischen Regler.

Ein elektrischer Regler, also das Steuerteil eines Regelungssystems, ist üblicherweise mit analogen Schaltungselementen aufgebaut. Sie umfassen üblicherweise verschiedene Regelglieder, wie Proportional-, Integral- und Differential-Glieder, die parallel angeordnet sind, und deren Ausgangssignale, gegebenenfalls mit unterschiedlicher Wichtung addiert werden, so daß sich eine von diesen Regelgliedern abhängige Stellgröße ergibt. Die Regelcharakteristiken dieser einzelnen Regelglieder sind einstellbar, beispielsweise durch Änderung eines Potentiometers oder eines veränderlichen Kondensators. Vor Inbetriebnahme werden diese Regelglieder daher in Abhängigkeit von der zu regelnden Regelstrecke und den sonstigen Vorgaben eingestellt. Ändern sich während des Betriebs die Vorgaben, oder ändert sich die Regelstrecke, so müssen auch die Regelcharakteri-

stiken der Regelglieder neu eingestellt und abgeglichen werden. Dies ist äußerst aufwendig und führt zu Ausfallzeiten. Daher sind Regler vorgeschlagen worden, die einen rein digitalen Aufbau haben. Werden jedoch hohe Anforderungen an die Regelgeschwindigkeit gestellt, so werden diese Regler sehr aufwendig und erfordern eigene Prozessoren, teilweise sogar Signalprozessoren, so daß derartige Regler für viele Anwendungsfälle schon deshalb nicht geeignet sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen elektrischen Regler zu schaffen, der in herkömmlicher Analogtechnik realisiert werden kann und dennoch auch während des Betriebs auf einfache Weise an sich ändernde Vorgaben und Regelstrecken angepaßt werden kann. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß im Regler wenigstens ein Stellglied vorgesehen ist, das die Regeleigenschaften wenigstens eines Regelglieds ändert und ein Rechner mit dem Steuerglied verbunden ist und die Parameter des Steuerglieds ändert. Auf diese Weise ist es nicht mehr erforderlich, etwa bei Änderungen der Regelstrecke, einen mühsamen Neuabgleich der Regeleigenschaften des Reglers durchzuführen. Durch die Änderung des Steuerglieds im Regelglied des Reglers mittels eines Rechners kann die Regelverstärkung optimal an die Regelstrecken-Parameter und Vorgaben angeglichen werden.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird der Parameter bzw. werden die Parameter wenigstens eines Steuerglieds durch ein vorgegebenes Rechnerprogramm kontinuierlich oder schrittweise geändert. Die Änderung der Steuerglied-Parameter können dabei mit dem vorgegebenen Rechnerprogramm beispielsweise in Abhängigkeit von Sollwert-Vorgaben und/oder Parameter-Änderungen der Regelstrecke vorgenommen werden.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß die Regelabweichung dem Rechner zugeführt wird, und der Rechner die Parameter wenigstens eines Steuerglieds in Abhängigkeit der Regelabweichung ändert. Auf diese Weise ist eine Anpassung des Regelvorgangs auf Änderungen der Regelstrecke ohne manuellen Eingriff und mühsames Neuabgleichen möglich. Weiterhin werden dadurch auf einfache Weise Schleppfehler beim Regelvorgang vermieden und der Regler stellt sich selbständig und optimal auf Sollwert-Änderungen, beispielsweise auf eine bestimmte, vorgegebene Sollwert-Kurve ein. Wie im weiteren noch im einzelnen erläutert werden wird, weist ein Regler neben einem Proportionalglied (P-Glied) zur Optimierung des Regelverhaltens häufig ein Integrier-Glied (I-Glied) und ein Differenzier-Glied (D-Glied) auf, um ein optimales Regelverhalten zu erreichen. Würde man nur ein Proportional-Glied, d. h. ein Verstärkungs- oder Multiplizierglied verwenden, so wäre zwar unter der Voraussetzung, daß die Streckenverstärkung kleiner 1 ist, ein optimales Verhalten in Bezug auf die Schwingneigung des Regelsystems erzielbar. Mit nur einem P-Glied kann jedoch die Regelgröße nie gleich der Führungsgröße gemacht werden, so daß immer eine Regelabweichung bleibt. Daher ist bei herkömmlichen Reglern ein I-Glied vorgesehen, das Regelabweichungen im Prinzip vollkommen beseitigen kann. Mit dem erfindungsgemäßen Regler ist es nunmehr möglich, entsprechend dem Zustand der Regelstrecke die Verstärkung auf einen Wert knapp unter 1 einzustellen, wodurch sich die Regelabweichung erheblich verkleinern läßt, ohne daß der Regler dabei sein "gutmütiges" Schwingverhalten verliert. Mit dem erfindungsgemäßen Regler kann

daher das Integralglied entfallen oder zumindest erheblich verkleinert werden, was neben einer Verringerung des schaltungsmäßigen Aufwands insbesondere auch eine bessere Regelung bewirkt, weil ein Integralglied den Regelvorgang verlangsamt und bewirkt, daß Überschwingerungen der Regelgröße leicht auftreten können.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Reglers besteht darin, daß das Steuerglied ein Speicherverhalten aufweist und der Rechner die Parameter wenigstens eines Steuerglieds ändert, wenn eine vorgegebene Regelabweichung erreicht bzw. überschritten ist. Auf diese Weise wird nur sporadisch, nämlich immer dann der Parameter des Steuerglieds geändert, wenn die Regelabweichung einen bestimmten Wert übersteigt. Der Regler und der Rechner können dadurch einfacher ausgebildet werden.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann die Regelabweichung dem Rechner kontinuierlich in Form eines Analogsignals zugeleitet werden. Der Rechner wertet dann das Analogsignal kontinuierlich aus, um in Abhängigkeit davon das Steuerglied eines Regelglieds zu ändern. Darüber hinaus besteht weiterhin die Möglichkeit, das die Regelabweichung beinhaltende Analogsignal oder ein entsprechendes, daraus abgeleitetes Signal zu verwenden, einen Parameter in der Regelstrecke zu verändern.

Es ist jedoch auch möglich, den Rechner vom Regler nur dann anzusteuern, wenn die Regelabweichung einen vorgegebenen Wert erreicht, so daß der Rechner jeweils in Abhängigkeit davon die Steuerglied-Parameter ändert. Auf diese Weise ergibt sich eine sogenannte Interrupt-Steuerung, bei der die Änderung des Steuerglieds nur jeweils bei Auftreten bestimmter Zustände vorgenommen wird.

Vorzugsweise ist das Regelglied ein Proportional-Glied, ein Integral-Glied und/oder ein Totzeit-Glied, oder eine Kombination dieser Glieder. Die einzelnen Regelglieder des Reglers können dabei jeweils durch ein Steuerglied vom Rechner einzeln verändert bzw. beeinflußt werden, so daß die einzelnen Regelglieder gleichzeitig, unabhängig voneinander und/oder in vorgegebener Weise nacheinander vom Rechner geändert werden können, um ein optimales Regelverhalten zu erreichen.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist das Steuerglied ein veränderbarer Widerstand und/oder ein veränderbarer Kondensator, der bzw. die Teil eines Regelglieds ist bzw. sind. Bei analogen elektrischen Reglern sind die Regelglieder mit Widerständen und/oder Kondensatoren bestückt, so daß durch Änderungen der Widerstandswerte und/oder der Kapazitätswerte des jeweiligen Regelglieds eine Änderung des Regelverhaltens auf einfache Weise vorgenommen werden kann.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung steuert der Rechner das Steuerglied des Regelglieds in Abhängigkeit von Ausgangssignalen einer Einrichtung, die die Vorgabewerte für einen Regelvorgang optimiert. Auf diese Weise ist es möglich, das Regelverhalten an die Sollwert-Größe und insbesondere an den Verlauf der Sollwert-Größe anzupassen und für den jeweiligen Sollwert das optimale Regelverhalten zu erreichen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen beispielsweise näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der zeitlichen Änderung des Wegs und der Beschleunigung am Beispiel der Bewegung eines Hubkolbens unter Verwen-

dung eines herkömmlichen Reglers,

Fig. 2 die zeitliche Änderung des Wegs und der Beschleunigung eines Hubkolbens unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Reglers mit nicht optimiertem Parametersatz,

Fig. 3 die zeitliche Änderung des Wegs und der Beschleunigung der Bewegung eines Hubkolbens unter Verwendung eines Reglers mit optimiertem Parametersatz,

Fig. 4 ein schematisch dargestelltes Ausführungsbeispiel für einen Fahrkurvenrechner und

Fig. 5 eine schematisch dargestellte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Reglers.

Am Beispiel eines Hydraulik-Reglers für einen Hubkolben sollen nachfolgend Ausführungsformen für den erfindungsgemäßen Regler beschrieben werden.

Wie in Fig. 1a schematisch dargestellt ist, wird der Hubkolben bei Verwendung eines herkömmlichen Reglers mit konstanter Geschwindigkeit verfahren, bis in die Lageregelung übergegangen werden kann. Wie die in Fig. 1b dargestellte Änderung der Beschleunigung zeigt, treten beim Anfahren und Abbremsen große, ruckartige Beschleunigungen auf. Dies bedeutet jedoch, daß auf die Mechanik der Hydraulikanordnung starke Kräfte ausgeübt werden, die bis zur Zerstörung der Mechanik führen können. Eine solche heute noch allgemein übliche Bahnkurvenregelung ist also äußerst nachteilig, da die mechanische Belastung der Hydraulikeinrichtung sehr hoch und die Lebensdauer gering ist.

Die in Fig. 2 schematisch dargestellte Bahnkurvenregelung stellt eine Verbesserung des herkömmlichen Reglers dar. Bei diesem Regelverfahren wird zunächst mit konstanter Beschleunigung über eine längere Zeit hinweg solange beschleunigt, bis eine vorgegebene Geschwindigkeit erreicht ist. Von diesem Zeitpunkt t_1 wird der Hubkolben mit konstanter Geschwindigkeit bis zu einem Zeitpunkt t_2 verfahren. Danach wird er wieder mit konstanter Beschleunigung abgebremst, bis zum Zeitpunkt t_3 in die Lageregelung übergegangen wird.

Dieser Regelungsvorgang ist gegenüber dem anhand von Fig. 1 beschriebenen Regelvorgang insofern vorteilhaft, als das Anfahren und Abbremsen weich und nicht mehr ruckartig erfolgt, so daß die auf die Mechanik wirkenden Kräfte dabei verringert werden können.

Eine weitere Verbesserung des Regelverhaltens wird mit der in Fig. 3 schematisch dargestellten Bahnkurvenregelung erreicht. Unter Verwendung eines Rechners, dem alle Vorgaben und Parameter für das Verfahren des Kolbens bereitgestellt werden, ist es möglich, den Beschleunigungs- und Abbrems-Zeitraum derart zu optimieren, daß der Hubkolben über die gesamte Bewegungszeit hinweg nicht mehr mit konstanter Geschwindigkeit verfahren wird. Stattdessen geht das Ende des Beschleunigungsvorgangs unmittelbar in den Anfang des Abbremsvorgangs über. Wie in Fig. 3 dargestellt ist, wird daher der Kurvenabschnitt zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 , während der der Hubkolben mit konstanter Geschwindigkeit bewegt wird, zu Null. Die Verfahrzeit des Hubkolbens wird dadurch minimiert und trotzdem treten keinerlei Beschleunigungsspitzen auf.

In Fig. 4 ist ein Ausführungsbeispiel für einen Fahrkurvenrechner zum Verfahren eines Hubkolbens schematisch dargestellt. Die Wegvorgabe wird als Weg-Sollwert über die Leitung 1 sowohl einem R/2R-Netzwerk 2 für die Geschwindigkeit als auch einem R/2R-Netzwerk 3 für die Beschleunigung zugeleitet. Diese Netzwerke 2 und 3 sind rechnergesteuert, was durch den Doppelpfeil in Fig. 4 dargestellt ist. Das Ausgangssignal des Ge-

schwindigkeits-Netzwerkes 2 wird in einem aus einem Operationsverstärker 4 und einem ihm parallel geschalteten Widerstand 5 verstärkt und über einen Widerstand 6 einem Eingang eines Komparators 7 zugeführt. Das Ausgangssignal des Beschleunigungsnetzwerks 3 wird in einem aus einem Operationsverstärker 8 und einem Kondensator 9 bestehenden Integrierglied integriert und über einen Widerstand 10 an den anderen Eingang des Komparators 7 geleitet. Der andere Eingang des Komparators 7 liegt über einen Widerstand 11 an Masse. Der Ausgang des Komparators 7 ist über einen Widerstand 12 an den einen Eingang rückgekoppelt und steht mit dem einen Eingang eines weiteren Komparators 13 in Verbindung, an dessen anderem Eingang eine Bezugsspannung U_{Ref} anliegt. Das Ausgangssignal des weiteren Vergleichers 13 wird als Interrupt-Signal dem (nicht dargestellten) Rechner zugeleitet. Zwischen dem Eingang des aus den Elementen 8 und 9 bestehenden Integrierglieds und dem Ausgang des Komparators 7 ist ein Schalter 14 vorgesehen, der — wie der Doppelpfeil zeigt — vom Rechner gesteuert wird.

Der Ausgang des Komparators 7 steht über einen Widerstand 15 mit einem Integrierglied in Verbindung, das aus einem Operationsverstärker 16 und einem ihm parallel geschalteten Kondensator 17 besteht. Das Ausgangssignal des Integrierglieds gelangt als Sollwert an einen Summiervverstärker, wie dies im weiteren noch anhand von Fig. 5 im Zusammenhang mit einem Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen Regler erläutert wird.

Der beispielsweise für die Bahnkurve zum Verfahren eines Hubkolbens optimierte Fahrkurvenrechner arbeitet folgendermaßen. Das Geschwindigkeitsnetzwerk 2 erzeugt, gesteuert durch den Rechner, ein Geschwindigkeitsmarken-Signal, das über den Verstärker 4, 5 und den Widerstand 6 an den einen Eingang des Komparators 7 gelangt. Das Beschleunigungsnetzwerk 3 gibt entsprechend der Beschleunigungskurve ein Signal ab, das im Integrator 8, 9 integriert wird und über den Widerstand 10 zum anderen Eingang des Komparators geleitet wird. Durch den Integrationsvorgang liegt an diesem Eingang daher ebenfalls ein Geschwindigkeitssignal an. Ist das vom Beschleunigungsnetzwerk 3 und danach integrierte Geschwindigkeitssignal kleiner als die vom Geschwindigkeitsnetzwerk 2 erzeugte Geschwindigkeitsmarke, wird das Ausgangssignal des Komparators 7 im nachgeschalteten Integrierglied 16, 17 nochmals integriert und dieses Integrierglied stellt der Reglerschaltung daher einen Distanzwert als Sollwert bereit.

Übersteigt das am Ausgang des Komparators 7 auftretende Geschwindigkeitssignal eine Bezugsspannung U_{Ref} , so gibt der Vergleichers 13 ein Interrupt-Signal an den Rechner ab, der daraufhin den Schalter 14 vom nichtleitenden in den leitenden Zustand bringt. Der Beschleunigungs-Teil des Fahrkurvenrechners wird dadurch außer Funktion gesetzt und nunmehr wird auf konstante Geschwindigkeit geregelt. Gemäß der Erfindung kann nunmehr ein neuer Parameter in die Speicherglieder der Regelglieder des Reglers eingegeben werden, um diesen Fahrkurventeil mit konstanter Geschwindigkeit optimal zu regeln.

Der Reglerteil der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird anhand der schematischen Darstellung von Fig. 5 erläutert.

Das Ausgangssignal des Integrationsglieds 16, 17 von Fig. 4 gelangt über einen Widerstand 18 an einen Sum-

miervverstärker 19, an dessen Eingang der negative Ist-Wert der Regelschleife anliegt. Das Ausgangssignal des Summiervverstärkers 19 gelangt parallel über einen Grenzwert-Festsetzer 20 an ein Hysterese- bzw. Totzeitglied 21, ein Proportionalglied 22, sowie über einen Widerstand 23 an ein Integralglied 24. Die Ausgangssignale dieser Regelglieder 21, 22 und 24 werden über entsprechende Widerstände gemeinsam einem weiteren Summiervverstärker 25 zugeleitet, dessen Ausgangssignal die Stellgröße für die Regelstrecke ist und beispielsweise einem Steuerventil zugeleitet wird.

Das Ausgangssignal des Summiervverstärkers 19 wird weiterhin dem einen Eingang eines Komparators 26 zugeführt, an dessen anderem Eingang eine Bezugsspannung U_{Ref} anliegt. Das Ausgangssignal des Komparators 26 wird als Interrupt-Signal dem Rechner zugeleitet. Über die Ausgangsleitung 27 gelangt das Ausgangssignal des Summiervverstärkers 19 als Analogsignal ebenfalls zum Rechner.

Der Eingang eines weiteren Regelglieds 25, das mit "Offset" bezeichnet ist, liegt über einen Schalter 26 je nach der Richtung des Fahrweges an einer Plus- oder einer Minus-Signalquelle an. Der Ausgang dieses Offset-Glieds 25 wird ebenfalls dem Eingang des weiteren Summiervverstärkers 25 zugeleitet.

Die Regelglieder 21, 22, 24 und 25 sind, wie dies durch den Doppelpfeil in Fig. 5 dargestellt ist, vom Rechner ansteuerbar. Vorzugsweise weisen die genannten Regelglieder ein Speicherverhalten auf. Das Hysterese-glied 21 und das Offsetglied 25 können beispielsweise Widerstandsnetzwerke sein, während das Proportionalglied 22 in der üblichen Weise aus einem Operationsverstärker besteht, dessen Ausgang über einen Widerstand mit dem Eingang verbunden ist. Das Integralglied 24 besteht üblicherweise aus einem Operationsverstärker mit einem Kondensator im Rückkoppelkreis, sowie einem Widerstand als Teil des RC-Glieds. In diesen Fällen, wenn die Regelglieder also Widerstände und Kondensatoren aufweisen, können diese durch Ansteuerung vom Rechner in ihren Widerstands- und/oder Kapazitätswerten verändert werden, so daß die Steuerglieder in diesem Falle die einen Teil des Regelglieds bildenden Bauelemente sind.

Das Ausgangssignal des ersten Summiervverstärkers 19, das die Regelabweichung darstellt, wird bei dem hier vorliegenden Ausführungsbeispiel dem Vergleichers 26 zugeleitet, der an den Rechner ein Interrupt-Signal immer dann abgibt, wenn das Signal den Vergleichswert U_{Ref} erreicht, d. h., wenn die Regelabweichung einen bestimmten, durch das Bezugssignal des Vergleichers 26 festgelegten Wert übersteigt. Bei Empfang des Interrupt-Signals steuert der Rechner die Regelglieder 21, 22, 24 und/oder 25 an und übergibt diesen neue Parameter. Diese Parameter bleiben solange in den Steuergliedern der Regelglieder gespeichert und aufrechterhalten, bis die Regelabweichung wiederum über einen vorgegebenen Wert ansteigt, also ein Interrupt-Signal vom Rechner an den Rechner abgegeben wird und die Steuerglieder der Regelglieder 21, 22, 24 und 25 von neuem durch den Rechner verändert werden. Auf diese Weise ergibt sich eine immer wieder den momentan vorliegenden Regelsituationen und Führungswerten entsprechende Charakteristik des Reglers.

Im zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel erfolgt eine Änderung der Parameter der Regelglieder 21, 22, 24 und 25 in den Fällen, wenn die Regelabweichung zu groß wird, und das entsprechende Interrupt-Signal vom Rechner an den Rechner gegeben wird. Der Rechnerzug-

riff auf die Regelglieder 21, 22, 24 und 25 kann jedoch auch jeweils immer dann erfolgen, wenn, wie im Zusammenhang mit den Fig. 1 bis 4 erläutert wurde, ein Übergang zwischen einer Beschleunigungs-, einer Geschwindigkeits- und einer Lageregelung erfolgt. Auf diese Weise wird der Regelvorgang nicht nur inhärent innerhalb des Regelkreises optimiert, sondern auch in Abhängigkeit der zuvor vom Fahrkurvenrechner ermittelten oder in sonstiger Weise festgelegten Bahnkurve. Auf diese Weise wird der Regelvorgang noch weiter optimiert.

Eine weitere Möglichkeit, wie der Rechnerzugriff auf die Regelglieder 21, 22, 24 und 25 gestaltet werden kann, besteht darin, die Regelabweichung, die über die Leitung 27 vom Regler abgegeben wird, in analoger Form zu messen und auswerten der Regelabweichung heranzuziehen. Auf diese Weise ist eine noch größere Flexibilität bei der Änderung der Parameterwerte für die Regelung gegeben.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 ist eine Änderung der Regelglied-Parameter auch dann vorgesehen, wenn die Richtung des Fahrweges, etwa durch Umschalten des Schalters 26 in Fig. 5, geändert wird. Bei einem derartigen Vorgang wird der Rechner wiederum abgesteuert und stellt mindestens dem Offset-Glied 25 neue Parameter bereit. Die bei der Umschaltung von Vorwärtsrichtung in Rückwärtsrichtung und umgekehrt auftretenden Ungleichmäßigkeiten, etwa durch vorhandenes Spiel, können auf diese Weise optimal ausgeregelt werden. Bei Untersuchungen an verschiedenen Einrichtungen der beschriebenen Art hat sich nämlich gezeigt, daß die Regelverstärkungen beim Verfahren in beide Richtungen auf Grund mechanischer Abweichungen im Hydraulikteil erheblich voneinander abweichen. Bereits durch Veränderung nur des Proportional- bzw. Verstärkungsglieds 22 beim Ändern der Fahrrichtung konnte bereits eine erheblich verbesserte Regelqualität erreicht werden.

Die Erfindung wurde anhand eines Ausführungsbeispiels für das Verfahren eines Hubkolbens beschrieben. Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf derartige Anwendungsfälle beschränkt, sondern allgemein bei der Optimierung von Regelvorgängen verwendbar. Die Erfindung ist besonders im Zusammenhang mit in Analogtechnik realisierten Reglern geeignet.

3636512

Number:
Int.:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

36 36 512
G 05 B 13/02
27. Oktober 1988
28. April 1988

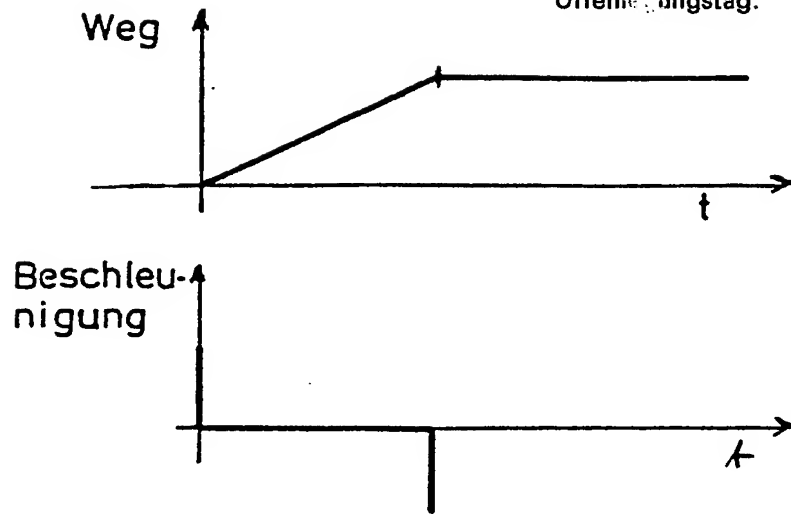


Fig. 1

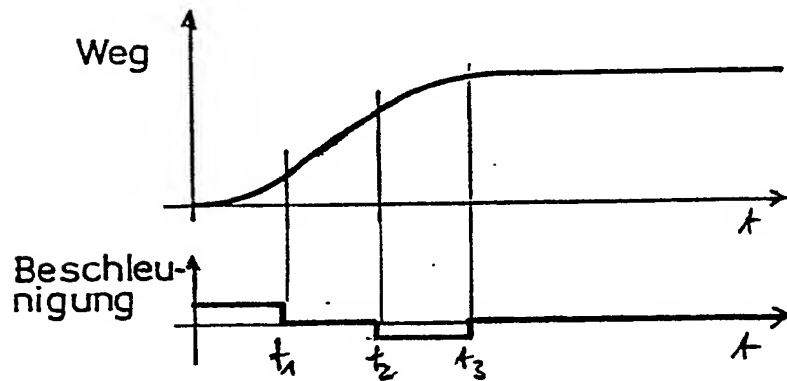


Fig. 2

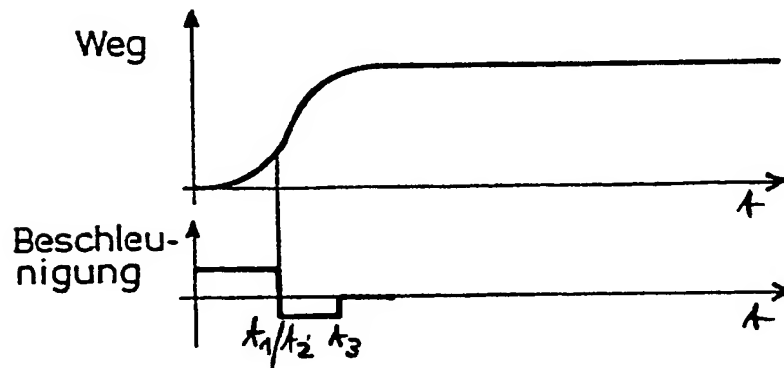
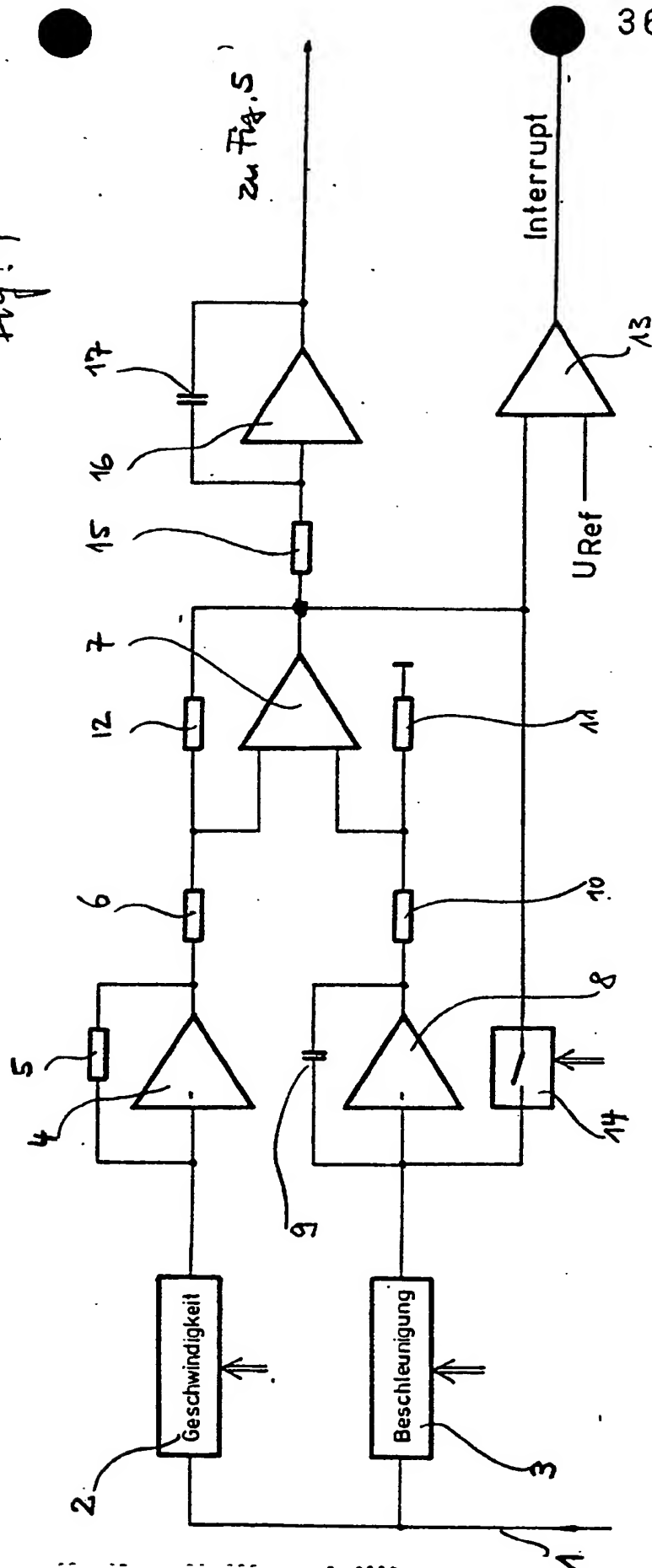


Fig. 3

Feb 14



3636512

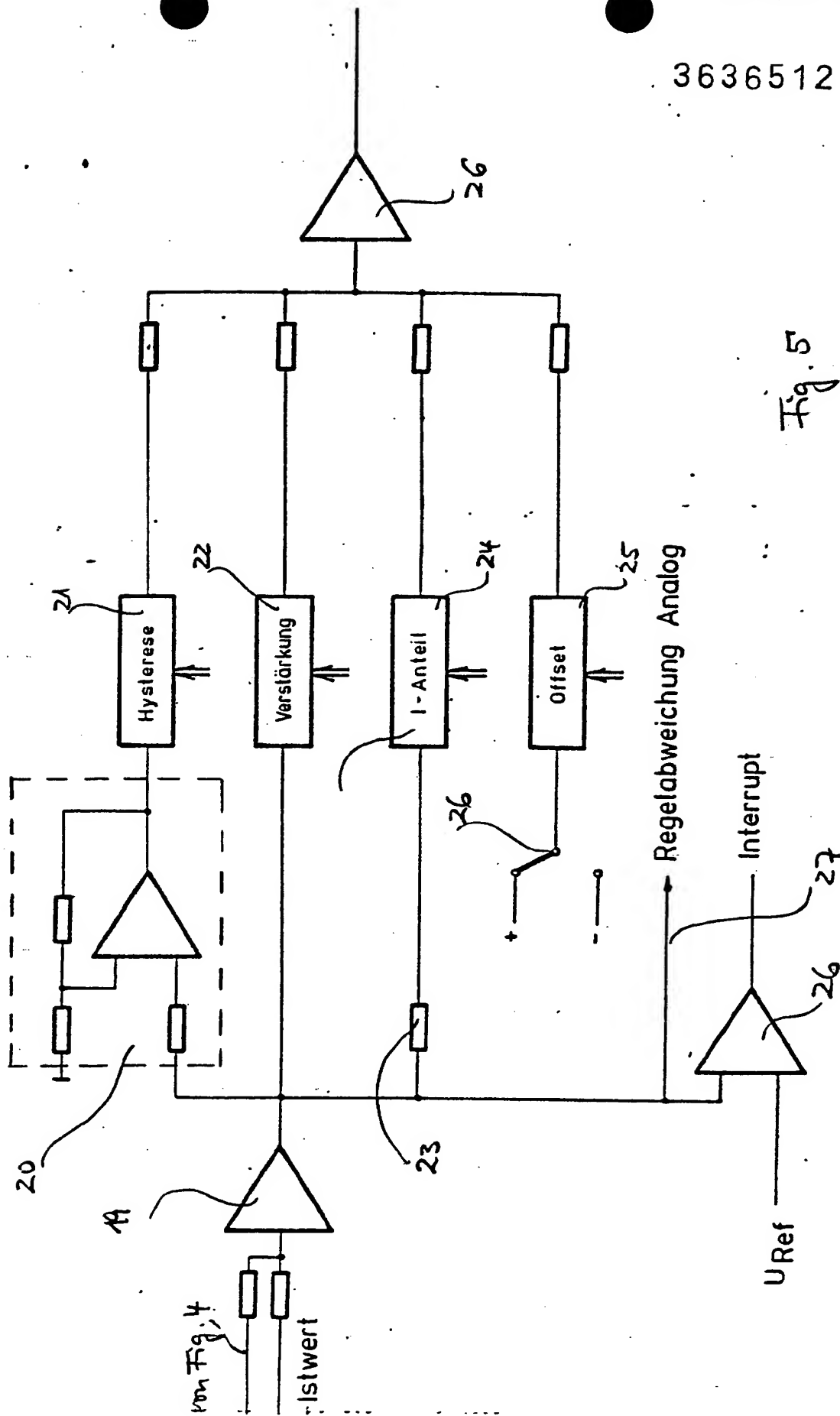


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)